

---

## **СРАВНИТЕЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИНВЕСТИЦИЙ В ИННОВАЦИИ НА ПРИМЕРЕ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ КОМПАНИЙ ГРУППЫ «ГАЗПРОМ»**

**Ю.А. Назарова**

Российский университет дружбы народов  
*ул. Миклухо-Макляя, 6, Москва, Россия, 117198*

**С.Г. Костерин, А.Г. Костерин**

ООО КОНСИ  
*ул. Корнилова, 3, Нижний Новгород, Россия, 603106*

**В.Д. Долгушин**

Российский университет дружбы народов  
*ул. Миклухо-Макляя, 6, Москва, Россия, 117198*

Результаты развития энергетических компаний в России в 2005—2009 г. изучены с помощью предлагаемой модели эффективности, построенной на положениях теории DEA-анализа. Модель позволила оценить эффективность использования собственных и привлекаемых инвестиций, направляемых на инновационное развитие компаний. Предлагается исследовать эффективность энергетических компаний с применением параметра суммарных инвестиций, направляемых в течение ряда лет на поддержание деятельности компании, развитие и внедрение инновационных технологий. С помощью модели сопоставлена производственная эффективность компаний ОАО «Газпром», обнаружены различия в степени использовании собственных и привлекаемых инвестиционных ресурсов, направляемых на развитие и поддержание мощностей в рабочем состоянии.

**Ключевые слова:** электроэнергетическая отрасль, бенчмаркинг, эффективность компании, инвестиции, DEA-анализ, инновации.

Реформирование и развитие энергетической отрасли предполагало создание конкурентного рынка электроэнергии и привлечение в отрасль инвестиционного капитала, который направляется в наиболее конкурентные и эффективные компании.

В статье приведены результаты выполненного исследования эффективности деятельности генерирующих компаний и эффективности использования инвестиций, направляемых на внедрение инновационных технологий. Предлагается математическая модель оценки эффективности компаний в энергетике. При разработке модели эффективности были использованы положения теории DEA-анализа (data envelopment analysis) [1; 2]. Данная теория рассматривает эффективность как меру удаления изучаемых объектов от границы их производственных возможностей. Оценка эффективности объектов определяется как решение оптимизационных задач линейного программирования. При построении модели были выбраны входные и выходные параметры деятельности компаний. Выделенные параметры

модели позволили сравнить между собой компании группы «Газпром». Новизна подхода состоит в том, что в отличие от известных применений теории DEA-анализа к оценке эффективности энергетических компаний разработанная модель с предлагаемым набором параметров описания объектов энергетики позволяет исследовать влияние на эффективность компаний суммарных инвестиций, направляемых в течение ряда лет на поддержание деятельности компании, а также на развитие и внедрение инновационных технологий.

В исследовании были использованы статистические данные за период 2005—2009 гг. в 24 энергетических компаниях [3; 4]. Список компаний приведен в табл. 2.

В исследовании эффективности энергетических компаний России использованы понятия инновационного продукта и инновационной деятельности, которые определены Организацией европейского экономического сотрудничества (OECD, [www.oecd.org](http://www.oecd.org)) [5]. Инвестиционные программы энергетических компаний ориентированы на ввод новых мощностей с применением современных высокоэффективных технологий, обеспечение надежности и работоспособности существующего оборудования, повышение его энергетической эффективности и снижение воздействия производства на окружающую среду.

Выполнение инвестиционных программ, направленных на внедрение инновационных технологий, повышает долгосрочную конкурентоспособность энергетических компаний. Количественная оценка эффективности инвестиций служит важным инструментом для принятия обоснованных решений, от которых зависит успех развития энергетической отрасли.

### **Мировая практика оценки эффективности энергетических компаний**

Мировой опыт изучения производительности энергетических компаний базируется на привлечении экономико-математических методов оценки эффективности, например DEA-анализа. Метод DEA-анализа широко применялся для изучения эффективности зарубежных энергетических компаний на протяжении последних 10 лет [6—14].

Результаты изучения деятельности энергетических объектов в Скандинавских странах с применением DEA-анализа описаны в работах [6; 7]. Результаты реформирования электроэнергетики в Чили изучались с помощью DEA-анализа [8]. Последствия реформы электросетевого комплекса Колумбии исследованы в работе [9]. Оценка неэффективного использования капитала и труда в регулируемых электроэнергетических монополиях проведено с применением DEA-анализа [10]. Возможные выгоды от слияний и поглощений в энергетике США и Великобритании были оценены с помощью DEA-модели [11]. Влияние операционных затрат на эффективность электроэнергетических компаний Финляндии отмечено в исследовании [12]. Сравнение производительности генерирующих компаний в Индии с энергетическими мощностями в других странах проведено в [13]. Оценка экологического воздействия электроэнергетики в США была проведена с помощью DEA-модели в работе [14].

Изучение мировой практики исследований эффективности энергетических компаний позволило авторам данной статьи сформулировать оригинальную DEA-модель оценки эффективности деятельности генерирующих компаний, в рамках которой была произведена оценка эффективности инвестиций, направляемых на развитие инновационных технологий.

### **Данные для изучения эффективности деятельности генерирующих компаний**

Цель данного исследования состояла в изучении эффективности инвестиций, направляемых на развитие инновационных технологий в российских энергетических компаниях. Разработанная модель была апробирована на статистическом материале, который был выделен из отраслевой отчетности с 2005 по 2009 гг., из открытых источников ОАО «СО ЕЭС», ОАО «ФСК ЕЭС», НП «Совет рынка» и ежегодных докладов о состоянии электроэнергетики в РФ [3; 4], годовых отчетов генерирующих компаний.

Собранный статистический материал содержал показатели о деятельности 24 энергетических компаний в 2009 г.: данные об активах, объемах инвестиций в изучаемом периоде, о себестоимости, численности персонала, объемах сгенерированной электрической и тепловой энергии (табл. 1).

Таблица 1

**Исследуемые показатели и их статистические параметры**

Показатель	Использование показателя в DEA-модели	Среднее по отрасли	Среднеквадратическое отклонение
Установленная электрическая мощность, МВт	Вход	5 412	3 465
Установленная тепловая мощность, Гкал/час	Вход	10 484	8 782
Инвестиции, млн руб.	Вход	6 256	6 537
Инвестиции суммарные за период, млн руб.	Вход	15 925	15 119
Себестоимость, млн руб.	Вход	31 934	19 218
Численность персонала, человек	Вход	7 068	4 377
Выработка электроэнергии, млн кВт · ч	Выход	24 361	17 248
Выработка теплоэнергии, тыс. Гкал	Выход	17 661	14 931
Выручка, млн руб.	Выход	35 833	20 741

**Источник:** Составлено авторами по данным генерирующих компаний.

Для описания инновационной активности в исследовании были использованы данные о капитальных вложениях в инновационное развитие компаний. Используются данные о собственных и привлекаемых инвестициях, направляемых, в том числе, на инновационное развитие. Выбор размера капитальных вложений в инвестиционные проекты в качестве параметра инновационной активности позволяет оценить перспективы компании, уровень ее обязательств, сопоставить

размер инвестиций с результатами деятельности компании, сравнить деятельность изучаемой компании с ее конкурентами и партнерами по бенчмаркингу [15].

Использование капитальных вложений, направляемых на развитие инновационных технологий в энергетике, сопряжено со значительными сроками строительства и ввода нового оборудования. Поэтому в рамках исследования в качестве изучаемого показателя был использован объем суммарных инвестиций за период.

Внедрение инновационных технологий снижает себестоимость производства энергии, а также может уменьшить численность персонала компаний.

Результаты работы компании оценивались показателями объема сгенерированной электрической и тепловой энергии, а также был использован объем выручки, полученной каждой компанией за год работы.

### **Модель оценки эффективности российских энергетических компаний в условиях внедрения инновационных технологий**

Для оценки эффективности использования инвестиций, направляемых на развитие инновационных технологий в российских энергетических компаниях, авторы определили набор параметров. Выбранные параметры были включены как переменные в математическую модель расчета эффективности. Расчет оценок эффективности согласно положениям теории DEA-анализа [1; 2] выполняется в процессе решения оптимизационной модели линейного программирования. Для оценки эффективности каждой изучаемой компании должна быть решена отдельная оптимизационная модель (1)—(4).

$$\theta_0 - \varepsilon \left( \sum_k s_k^- + \sum_i s_i^+ \right) \rightarrow \max_{\lambda, s, \theta} \quad (1)$$

$$\sum_j \lambda_{j0} x_{kj} + s_k^- = x_{k0}; k = 1, 2, \dots, K \text{ (входы)}, \quad (2)$$

$$\sum_j \lambda_{j0} y_{rj} - s_r^+ = \theta_0 y_{r0}; r = 1, 2, \dots, R \text{ (выходы)}, \quad (3)$$

$$\sum_j \lambda_j = 1, \quad (4)$$

где  $\theta_0$  — оценка эффективности компании;  $x, y$  — входные и выходные параметры;  $s_k^-$ ,  $s_i^+$  — слэксы;  $\lambda$  — вклады эталонов.

Данная модель имеет две возможные реализации, ориентированные на гипотезу о форме границы производственных возможностей, удаление от которой определяет значение эффективности объектов. Форма границы возможностей устанавливается предположением об эффекте от масштаба деятельности изучаемых объектов. Эффективность оценивается при гипотезе о постоянной отдаче от масштаба деятельности (CRS, от англ. Constant Return to Scale) и предположении о переменной отдаче от масштаба деятельности (Variable Return to Scale, VRS). При оценке эффективности компаний в рамках CRS-гипотезы используются урав-

нения (1)—(3), а при анализе эффективности с учетом VRS-гипотезы применяются уравнения (1)—(4).

На основе исходных данных (см. табл. 1) с помощью предложенной модели (1)—(4) были вычислены оценки эффективности деятельности энергетических компаний. Расчет эффективностей был выполнен с привлечением программы KonSi — DEA 3D Visualization [16].

Оценки эффективности получены для предположений о постоянной и переменной отдаче от масштаба (табл. 2).

Таблица 2

Оценки эффективности энергетических компаний за 2008—2009 гг.

Энергетическая компания	Год							
	2008				2009			
	CRS	CRS, %	VRS	VRS, %	CRS	CRS, %	VRS	VRS, %
Башкирэнерго	1,099	91,018	1,028	97,296	1,233	81,102	1,232	81,162
Иркутскэнерго	1	100	1	100	1	100	1	100
Интер РАО ЕЭС	1	100	1	100	1,169	85,565	1	100
Новосибирскэнерго	1	100	1	100	1	100	1	100
ОГК1	1,045	95,669	1,044	95,74	1,06	94,323	1,024	97,619
ОГК2	1	100	1	100	1	100	1	100
ОГК3	1,294	77,29	1,195	83,712	1,4	71,433	1,142	87,602
ОГК4	1	100	1	100	1	100	1	100
ОГК5	1	100	1	100	1	100	1	100
ОГК6	1,247	80,17	1,243	80,433	1,451	68,901	1,44	69,454
ТГК1	1,198	83,504	1,159	86,286	1,212	82,533	1,192	83,923
ТГК10 Фортум	1	100	1	100	1	100	1	100
ТГК11	1	100	1	100	1	100	1	100
ТГК12	1,059	94,46	1,059	94,455	1,049	95,362	1,04	96,174
ТГК13	1	100	1	100	1,118	89,474	1,079	92,71
ТГК14	1	100	1	100	1	100	1	100
ТГК2	1,087	91,957	1,039	96,203	1,132	88,348	1,075	92,998
ТГК3	1,077	92,864	1	100	1	100	1	100
ТГК4 Квадра	1,062	94,169	1,02	98,063	1,126	88,79	1,111	90,001
ТГК5	1	100	1	100	1	100	1	100
ТГК6	1	100	1	100	1,158	86,36	1,077	92,858
ТГК7	1,059	94,445	1	100	1,073	93,179	1	100
Южная ТГК8	1,226	81,589	1,213	82,43	1,228	81,442	1,202	83,201
ТГК9	1	100	1	100	1	100	1	100

**Примечание:** Абсолютные и относительные значения эффективности обозначены как CRS и CRS% для модели постоянной отдачи от масштаба, VRS и VRS% для модели переменной отдачи от масштаба).

**Источник:** Составлено авторами по результатам исследования.

Средняя эффективность аутсайдеров в 2008 г. составила: CRS = 1,13 (88,83%) и VRS = 1,11 (90,51%); в 2009 г. средняя эффективность установлена: CRS = 1,19 (85,14%) и VRS = 1,15 (87,97%). В рамках предлагаемых моделей и на основе при-

нятых в теории DEA анализа соглашений объекты, имеющие значение эффективности равное 1, будем называть лидерами, а объекты с другим значением эффективности — аутсайдерами. Лидеры находятся на границе производственных возможностей, а аутсайдеры стремятся к границе возможностей.

Проверка применимости предлагаемой модели для исследования деятельности энергетических компаний была выполнена сопоставлением вычисленных оценок эффективности компаний с показателями, которые традиционно применяются в энергетике при анализе деятельности компаний.

При проверке адекватности предлагаемой модели реальному состоянию компаний в энергетической отрасли использовались экспертные мнения о «лучших» и «отстающих» компаниях. Данные экспертные мнения были выделены из аналитических источников [3; 4; 17].

Проведенный анализ показывает, что выше среднего по отрасли показателем КИУМ по электроэнергии обладает 70% компаний, которые признаны лидерами согласно эффективности CRS и 80% компаний — лидеров по эффективности VRS. Установлено превышение среднего отраслевого уровня рентабельности производства компаниями лидерами, выделенными с помощью оценок эффективности, что может рассматриваться как аргумент в пользу применения предлагаемой DEA-модели для оценки деятельности компаний.

Применение новых инновационных технологий генерирующими компаниями способствовало повышению их эффективности. Средняя эффективность аутсайдеров для моделей CRS и VRS в 2009 г. повысилась на 5,3% и 3,6% по сравнению с 2008 г. Это свидетельствует об успешности инвестиционных программ и инновационной деятельности отдельных компаний.

Проведенный качественный и статистический анализ подтверждает возможность применения предлагаемой DEA модели для оценки деятельности компаний.

#### **Анализ эффективности использования инвестиций компаниями ОАО «Газпром»**

Проведенное авторами исследование эффективности российских электроэнергетических компаний позволило установить, что отдельные электроэнергетические компании ОАО «Газпром» обладают низкой эффективностью использования инвестированных средств в сравнении с другими компаниями отрасли. Основное внимание в исследовании было уделено генерирующим компаниям ОАО «Газпром»: ОГК-2, ОГК-6, ТГК-1 и ТГК-3.

Сравнительный анализ инвестиционной эффективности показал, что компании ОАО «Газпром» различаются по степени использования собственных и привлекаемых инвестиционных ресурсов, направляемых на дальнейшее развитие и поддержание мощностей в рабочем состоянии.

*Лидер* — компания ОГК-2. Устойчивым лидером признана компания ОГК-2. Исследование показало, что по данным за 2009 г. на опыт ОГК-2 могут ориентироваться компании-аутсайдеры ОГК-1, ОГК-3.

*Лидер* — компания ТГК-3 заняла устойчивое положение среди 11 компаний-лидеров отрасли. Данная компания заняла в 2009 г. положение лидера с оптимальным масштабом деятельности [1]. Компания увеличила объем генерации электроэнергии на одного человека на 17,2% и тепловой энергии на 27,8% по сравнению с 2008 г. При этом компания сократила численность персонала на 18%.

Исследование показало, что опыт компании ТГК-3 может перенять ТГК-1.

*Компании-аутсайдеры* ОГК-6 и ТГК-1 определены как аутсайдеры в рамках предлагаемой модели (1)—(4). Оценки эффективности использования инвестиций у данных компаний ниже 100% уровня лидеров. Так, в 2008 г. оценки эффективности компаний ОГК-6 и ТГК-1 были установлены на уровне 80,17% и 83,5% и в 2009 г. оценки эффективности составили 68,9% и 82,5%.

*Аутсайдер* — компания ОГК-6 имеет показатели рентабельности производства энергии ниже средних по отрасли.

Сравнительный анализ компании ОГК-6 с ее эталонами (ОГК-4, ОГК-5) показывает, что суммарные инвестиции компанией используются неэффективно. Компании ОГК-6 необходимо снизить численность персонала на 21,7 (модель VRS) — 27,1% (модель CRS), а также значительно повысить производство электроэнергии (43,9—45,1%).

По данным [18], у ОГК-6 наблюдается значительный дефицит средств для реализации инвестиционной программы, в связи с чем сроки начала проектов постоянно откладываются. В качестве эталонов для компании ОГК-6 выступают ОГК-4 и ОГК-5.

*Аутсайдер* — компания ТГК-1. Показатели рентабельности производства энергии компанией ТГК-1 незначительно превышают средние показатели по отрасли.

Для компании ТГК-1 установлены эталоны — ТГК-3, ТГК-9. С учетом практики работы эталонов, выделенных с применением моделей CRS и VRS, рассматриваемая компания ТГК-1 может снизить суммарные инвестиции на 68,5% и на 69,6%. У компании ТГК-1 наблюдается «перерасход» средств по инвестициям, а объемы генерации энергии не соответствуют сделанным капитальным вложениям. Для достижения уровня лидеров компании ТГК-1 необходимо снизить численность персонала на 10,5% и увеличить производство электрической и тепловой энергии до уровня 21,1% по данным модели CRS, а с учетом расчетов, полученным с помощью модели VRS, численность персонала может быть снижена на 12,4%, а производство энергии увеличено на 19,1%.

\*\*\*

Проведенное исследование позволило оценить эффективность использования инвестиций, направляемых на внедрение инновационных технологий в деятельность российских компаний энергетической отрасли за период 2005—2009 гг. Для расчета оценок эффективности деятельности генерирующих компаний была предложена математическая модель, основанная на теории DEA-анализа. Разработанная модель позволила исследовать влияние на эффективность компаний инве-

стиционных ресурсов, выделяемых на развитие и внедрение инновационных технологий генерации электрической и тепловой энергии. Полученные результаты моделирования позволили уточнить положение генерирующих компаний ОАО «Газпром» и оценить возможные параметры деятельности, при которых эффективность использования инвестиций будет повышена.

## ЛИТЕРАТУРА

- [1] *Banker R.D., Charnes A., Cooper W.W.* Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis // *Management Science*. — 1984. — 30. — P. 1078—1092.
- [2] *Костерин А.Г., Костерин И.Г.* Управление конкурентным бенчмаркингом в торговле на основе DEA-анализа // *Менеджмент в России и за рубежом*. — 2006. — № 4. — С. 86—96.
- [3] *Функционирование и развитие электроэнергетики Российской Федерации в 2006 г.: Информационно-аналитический доклад, Агентство по прогнозированию балансов в электроэнергетике*. — М., 2007.
- [4] *Функционирование и развитие электроэнергетики Российской Федерации в 2009 г.: Информационно-аналитический доклад, Агентство по прогнозированию балансов в электроэнергетике*. — М., 2010.
- [5] *Oslo Manual, Guidelines for collecting and interpreting innovation data, Organisation for economic co-operation and development statistical office of the european communities, third edition, 2005*.
- [6] *Agrell J., Bogetoft P., Tind J.* DEA and Dynamic yardstick competition in Scandinavian electricity distribution, University of Copengagen (<http://www.math.ku.dk/~tind/dynelec.pdf>). — 2002.
- [7] *Honkapuro S., Lassila J., Vijainen S., Tahvanainen K., Partanen J.* Effects of benchmarking of electricity distribution companies in Nordic countries — comparison between different benchmarking methods [Electronic resource]. — Electronic data, 2004 — Mode access: <http://www.samuli.honkapuro@lut.fi>
- [8] *Pollitt M.G.* Electricity reform in Chile: Lessons for Developing Countries // *Cambridge Working Papers in Economics CWPE 0448, CMI Working Paper 51*. — 2005.
- [9] *Taborda R.* Performance and efficiency of Colombia's energy distribution system // *23rd IAEE North American Conference*. — Mexico.
- [10] *Lavado R.F., Hua C.* An empirical analysis of the Averch-Johnson Effect in Electricity Generation Plants // *International Graduate Student Conference Series*. — 2004.
- [11] *Nillesen P., Pollitt M., Keats K.* Identifying and quantifying the gains from m&a // *Strategic benchmarking* [Electronic resource]. — Electronic data. — Risk waters group, 2001. — Mode access: <http://www.epm.com>
- [12] *Lassila J., Viljainen S., Honkapuro S., Partanen J.* Data envelopment analysis in the benchmarking of electricity distribution companies // *17th International Conference on electricity distribution*. — Barcelona, 2003.
- [13] *Yadav V.K., Padhy N.P., Gupta H.O.* Performance Evaluation of Indian Electric Utility: an intercountry comparison using DEA // *15th national power system conference*. — Bombay, 2008.
- [14] *Vaninsky A.Y.* Environmental Efficiency of electric power industry of the United States: a data envelopment analysis approach // *Proceedings of World academy of science, engineering and technology*. — USA, 2008.
- [15] *Аренков И.А., Багиев Е.Г.* Бенчмаркинг и маркетинговые решения. — СПб.: Изд-во СПбУЭФ, 1997.

- [16] Материалы сайта <http://www.data-envelopment-analysis.ru>  
[17] Материалы сайта <http://www.rbc.ru>  
[18] Описание компании теплоэнергетики России. Инвестиционные проекты: Отраслевой обзор. — М.: Инфолайн, 2008.

**COMPARATIVE RESEARCH  
OF INNOVATION INVESTMENT EFFICIENCY  
BY EXAMPLE OF ELECTRIC ENERGY COMPANIES  
OF THE GAZPROM GROUP**

**Yu.A. Nazarova**

Peoples' Friendship University of Russia  
*Miklukho-Maklaya str., 6, Moscow, Russia, 117198*

**S.G. Kosterin, A.G. Kosterin**

KonSi Ltd.  
*Kornilova str., 3, Nizhniy Novgorod, Russia, 603106*

**V.D. Dolgushin**

Peoples' Friendship University of Russia  
*Miklukho-Maklaya str., 6, Moscow, Russia, 117198*

The results of energy companies development in Russia in 2005—2009 are studied using the proposed efficiency model based on DEA analysis theory statements. The model lets estimate the efficiency of usage of own and attracted investment aimed at innovative development of companies. It is proposed to research efficiency of energy companies using the parameter of “total investment” used for several years for supporting the company activity, development and introduction of innovative technologies. The model was used for comparison of productive efficiency of companies belonging to JSC “Gazprom” and detection of differences in the usage rate of own and attracted investment resources applied for development and supporting the working state of facilities.

**Key words:** electric energy industry, benchmarking, company efficiency, investment, DEA analysis, innovations.